

TUGAS AKHIR

**Analisis Pembebanan Siklik Pada Pemodelan Numerik Struktur
Jalan Kereta Api**



Disusun oleh :

ANDREE ARIEF PRATAMA

20120110242

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2016**

PERNYATAAN

Dengan ini saya,

Nama : Andree Arief Pratama

Nomor Mahasiswa : 20120110242

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul: “**Analisis Pembebanan Siklik Pada Pemodelan Numerik Struktur Jalan Kereta Api**” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka. Apabila ternyata dalam skripsi ini diketahui terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain maka saya bersedia karya tersebut dibatalkan.

Yogyakarta, September 2016

Andree Arief Pratama

HALAMAN MOTTO

Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majelis", maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan **(Q.S. Al-Mujadilah: 11)**

Cogito ergo sum. Aku berpikir maka aku ada.

(Rene Descartes)

“Seorang terpelajar harus sudah berbuat adil sejak dalam pikiran apalagi dalam perbuatan”

(Pramoedya A. Toer)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kupersembahkan karya sederhana ini untuk orang-orang yang aku sayang dan banggakan:

1. Kedua orang tua tercinta yang telah melahirkan dan membesarkanku dengan kasih dan cinta yang tulus. Motivator dan inspirator terbesar dalam hidupku dengan kesabaran dalam mendidik hingga aku bisa seperti sekarang. Apa yang aku beri saat ini masih belum seberapa dibandingkan cinta tulus sepanjang masa dan pengorbanan mereka yang tiada terhitung olehku. Tak pernah cukup aku membalas cinta kasih papa dan mama padaku. Semoga si Andre ini bisa membanggakan kalian di tiap langkahnya. Amin.
I love you both unconditionally.
2. Nenek di Tebing Tinggi yang tak henti-henti menyemangati sang cucu untuk tetap optimis menatap kehidupan dan terus jadi kebanggaan untuk papa, mama dan adik-adik.
3. Kedua saudaraku, Ivan Naufal Priyadi dan Ryan Rizqullah, jangan patah arang menghadapi apapun, jadilah matari yang ditunggu dan menyinari setiap hari.
4. Keluarga besarku yang menjadi alasan perjuanganku tak boleh putus hingga ajal menjemput.
5. Pujaan hati tercinta, Thiffanah TW yang jadi motivasi terbesarku untuk menuntaskan Sarjana dan terus menanjak ke level selanjutnya. Semoga kisah indah kita tiada akhir dan mendapat ridho-Nya. Amin.

6. Sahabat-sahabatku sedari SMP, Wuriandietry Mayang dan Cindy Ariesty. Tetap jaga persahabatan dalam suka dan duka hingga kakek-nenek nanti. Amin.
7. Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM), IMMawan dan IMMawati yang telah memberikan perpektif baru, mengajarkan keseimbangan dalam retorika dan tindakan. Mari kita jaga *ghirah* ke-IMM-an kita, terus berjuang dan berkarya untuk persyarikatan, umat dan bangsa. Amin.
8. Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) tetaplah jadi kebanggaan semua orang, gali potensimu dan buktikan mahasiswa/I Teknik Sipil UMY layak disegani.
9. Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia (FKMTSI) lanjutkan solidaritas kita karena disinilah kita bisa bersilaturahmi sesama *engineer* muda masa depan bangsa.
10. Korps Suka Relawan (KSR) baktimu tulus untuk kemanusiaan.
11. Partner seperjuangan, Hambali, hampir lima bulan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. *Finally, we did it.*
12. Teman-teman Civil E paling kompak paling luar biasa, semoga bertambah kekompakkan kita setelah di luar kampus. *See you on top, guys.*
13. Teman-teman mahasiswa/I dan alumni Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, tunjukkan prestasi terhebat kita dan pastikan 15 tahun kedepan kita putra-putri terbaik untuk memegang tampuk kepemimpinan. Amin.
14. Dan semua teman-teman yang tidak mungkin penulis cantumkan satu per satu.

KATA PENGANTAR



Segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, karunia dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “*Analisis Pembebanan Siklik Pada Pemodelan Numerik Struktur Jalan Kereta Api*”.

Dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidaklah terlepas dari kerjasama, bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak Jaza’ul Ikhsan, ST., MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Anita Widianti, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Sri Atmaja P. Rosyidi, ST., MSc.Eng., Ph.D., PE selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta koreksi dalam penyusunan laporan ini.
4. Bapak Dr. Eng Agus Setyo Muntohar, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, meneliti dan mengoreksi pengerjaan laporan ini.
5. Bapak dan ibu dosen pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah dibagikan kepada penyusun dan semoga dapat bermanfaat.
6. Bapak dan ibu Staf pengajaran/TU Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Kedua orang tua, keluarga, saudara-saudaraku yang telah memberi dukungan, cinta, kasih sayang perhatian dan do’a tulus ikhlas yang tiada henti-hentinya yang dapat menjadi semangat dan kekuatan terbesar untuk penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

8. Teman-temanku keluarga Teknik Sipil angkatan 2012 dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan dukungan, bantuan, kemudahan, dan semangat dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Sebagai kata akhir, tiada gading yang tak retak, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik, saran, dan pengembangan penelitian selanjutnya sangat diperlukan untuk kedalam karya tulis dengan topik ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, September 2016

Andree Arief Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENYATAAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Struktur Jalan Rel Kereta Api	4
B. Parameter Material	8
C. Beban Kereta Api	12
D. Metode Elemen Hingga	14
E. Pemodelan Numerik Plaxis 2D	17
BAB III. METODE PENELITIAN.....	22
A. Bagan Alir Penelitian	22
B. Studi Literatur	23
C. Pemodelan Numerik.....	23
D. Parameter Material	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Kalkulasi Pembebanan Siklik	26

B.	Besar Deformasi Vertikal Terhadap Variasi Kecepatan (v) Kereta dan Ketebalan Balas	26
C.	Hubungan Antara Tebal Lapisan Balas Dengan Nilai Deformasi Vertikal.....	29
D.	Perbandingan Antara Pembebanan Statik dan Pembebanan Siklik.....	30
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		32
DAFTAR PUSTAKA		xv
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelas jalan dan tipe rel	5
Tabel 2.2	Karakteristik penampang.....	6
Tabel 2.3	Nilai perkiraan modulus elastisitas tanah	9
Tabel 2.4	Hubungan antara jenis tanah dan <i>poisson ratio</i>	10
Tabel 2.5	Nilai tipikal berat volume tanah	11
Tabel 3.1	Dimensi penampang melintang jalan rel	25
Tabel 3.2	Parameter material ssubgrade, subbalas, balas dan bantalan	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi jalan rel	4
Gambar 2.2	Penampang rel	5
Gambar 2.3	Jendela parameter <i>Hardening Soil (HS-Model)</i>	8
Gambar 2.4	Definisi E_0 dan E_{50} untuk hasil standar uji triaksial terdrainasi	9
Gambar 2.5	Jendela parameter <i>Plate</i>	11
Gambar 2.6	Pola distribusi beban kereta api pada struktur jalan rel.....	14
Gambar 2.7	<i>General setting</i> Plaxis	17
Gambar 2.8	Jendela utama Plaxis (a) dan pemodelan setengah potongan melintang struktur jalan rel (b)	18
Gambar 2.9	Jendela <i>material sets</i>	19
Gambar 2.10	<i>Mesh generate</i> pada pemodelan Plaxis	19
Gambar 2.11	Jendela <i>initial condition</i>	20
Gambar 2.12	<i>Calculations</i>	20
Gambar 2.13	Jendela <i>output</i> Plaxis.....	21
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 3.2	Model <i>plane strain</i>	24
Gambar 3.3	Penampang melintang jalan rel	24
Gambar 4.1	Tampilan geometri setelah dilakukan <i>mesh generate</i>	27
Gambar 4.2	Peninjauan dilakukan pada 10 titik (A-J).....	27
Gambar 4.3	Grafik deformasi vertikal dengan kecepatan 80 km/jam (titik J)	28
Gambar 4.4	Grafik deformasi vertikal dengan kecepatan 100 km/jam (titik J)	28
Gambar 4.5	Grafik deformasi vertikal dengan kecepatan 120 km/jam (titik J)	29
Gambar 4.6	Grafik hubungan deformasi vertikal dan ketebalan balas (tinjauan titik J)	30
Gambar 4.7	Grafik perbandingan pembebanan statik dan siklik (tinjauan titik B)	31